

## 第八章 鰻魚養殖收穫分級之機械化

國立台灣大學農機系 朱元南

### 一、前言

鰻魚由種苗到養成，需要經過多次分池。一般分池是由人下池牽網聚魚，以手網撈起，再用滑道或手推車送至分養池，以漁網篩選後分置於不同池中。此一過程不僅耗力費時，鰻魚在運輸和分級的過程中也容易受傷，復因為時間和人力的限制，使分池作業不便經常為之，影響魚的成長效率。

國外鰻魚養殖產業早已普遍使用收穫分級機械。收穫機械能將鰻魚由池中吸取上岸，並能將魚連同水流推送上百公尺遠以及七八公尺高。分級機械可以依魚的體寬區分為不同等級，自動分流入池中，收穫分級的機械化可以節省可觀的人力和時間，並能提高經營效率，降低生產成本。反觀國內，雖然養鰻的技術和規模都領先國際，但是機械化的程度卻偏低。其原因除了以往勞力充沛，較不需要機械之外，相關資訊不夠普及，國外的機種不完全適合本土的養殖環境，以及因為對於機械的特性和使用方法不能完全掌握以致試用後造成負面的印象等均是影響機械化的主要因素。

由於台灣的勞力日益短缺，養鰻業進入機械化已勢在必行。然而機械並非萬能，養殖機械的對象和使用環境又會有很大的個別差異，因此

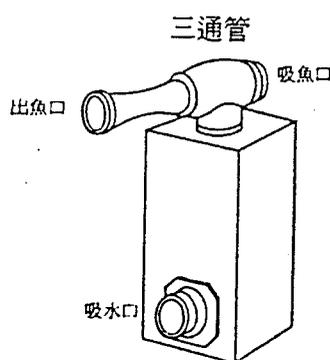
不同使用者所得到的效果往往差別甚大。如果要充份發揮機械的效益，就必須對機械的特性和使用方法有深入的了解。本文的目的，就是針對收穫分級機械的種類和特性、選擇條件、以及使用方法等作一介紹。

本文所提供的各項數據皆引用自廠商的型錄資料，由於使用對象的個別差異很大，而這些數據也沒有經過個人的實際測試，因此僅能作為參考之用，敬請諒解。

## 二、收穫機的種類

### (一)三通管式收穫機

三通式收穫機（圖一）是基於文氏管，（Venturi tube）原理，泵浦將水由吸水口吸入，經三通管內的狹窄通道向出魚口方向壓出。此時的高速水流產生負壓，將水和魚由吸魚口吸入，再一起由出魚口噴出。對魚而言，其運送路線中沒有阻礙或移動的物體，理論上不會碰撞受傷。



圖一 三通管式收穫機

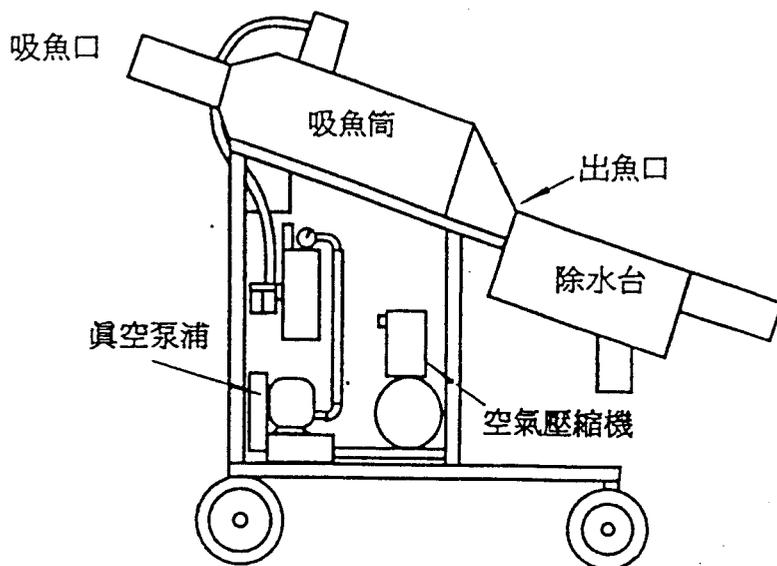
三通管式收穫機的構造簡單，除了三通管外，僅需一具抽水泵浦。泵浦只要能夠提供足量的水流，型式並不重要，亦可利用現成泵浦外接三通管來作業。三通管的本體甚輕、耐腐蝕，且因為沒有會動的部份，故耐用性佳，幾乎不需保養。

日本很多養鰻業者使用三通管式收穫機，國內則以彰化、鹿港一帶使用者最多。本機已有國內廠商量產，速度可達每小時六噸，吸魚口直徑則為四吋。動力可由五至二十馬力。三通管式收穫機的優點包括速

快、成本低、機動性大以及耐用等，而其缺點則是可能在抽送過程中損傷鰻魚。因為鰻魚在經過三通管時，由泵浦來的水流瞬時加入，形成擾動，且壓力驟然由負壓轉為正壓，此時鰻魚在管內可能因碰撞或壓力變化而受傷。其受傷的程度和比例雖然沒有研究數據，但是依目前使用者的經驗來看，應該是可以接受的，而且和使用方法是否正確有很大的關係。

## (二) 真空式收穫機

真空式收穫機(圖二)是以真空泵浦將吸魚筒中的空氣吸出，魚和水由吸魚口吸入，至一定高度時再放入空氣，使魚和水由出魚口釋出。若放入壓縮空氣，亦可以將魚和水推至七至八米高度。若以兩個吸魚筒交互抽放，則可以連續吸魚，吸魚的速度可以用閥調整。

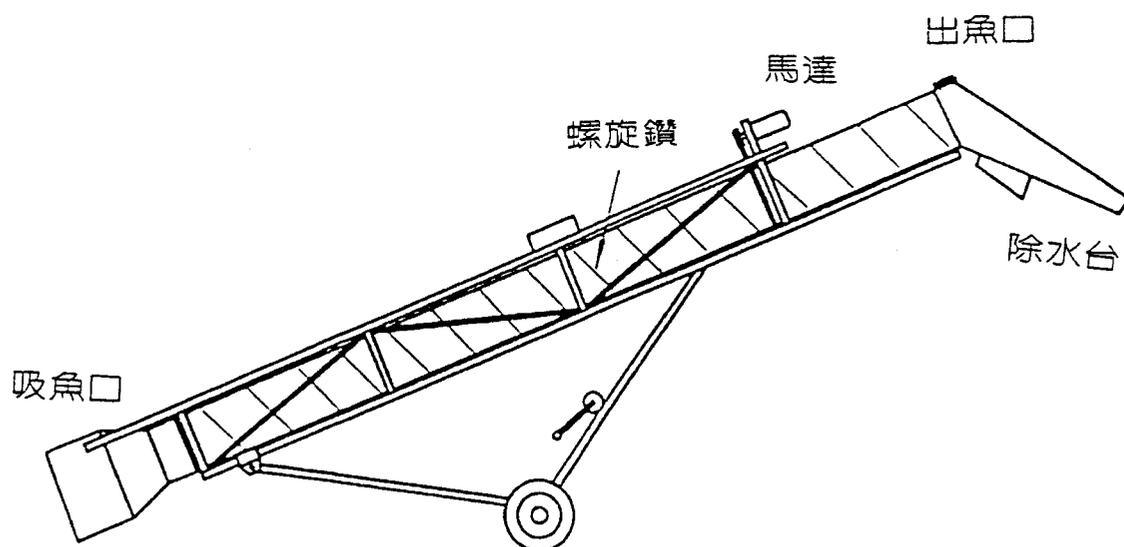


圖二 真空式收穫機

真空式收穫機的構造較三通管式複雜許多，成本和維護的需求亦高。但是由於抽魚的動作溫和而穩定，除了抽放瞬間的壓力變化外，傷害魚的機會很小。至於收穫速度則視規格大小，由每小時數噸至十餘噸者皆有，吸魚口直徑可達八吋。

### (三) 螺旋式收穫機

螺旋式收穫機（如圖三），是由一個螺旋輸送鑽和一個半透明外管所組成。由於螺旋鑽的葉片和外管密切接觸，因此其間形成了一格一格的蓄水空間，在螺旋鑽轉動時，魚和水可容納於其中而輸送上來。其輸送速度可以調節，透過半透明的外管，並可清楚看到魚在輸送過程中活動的情形。



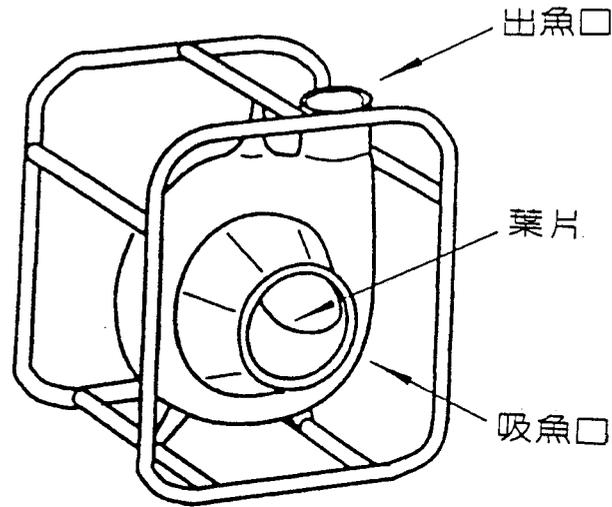
圖三 螺旋式收穫機

螺旋式收穫機的管徑和長度必須配合使用場所而選擇，其外形龐大，但由於構造簡單，材質輕，並不一定會比真空式收穫機沈重。但是收穫速度較慢，而適用的魚類由幾克重至幾公斤重皆可。

螺旋式收穫機對魚的處理最為溫和，魚不容易受到驚嚇或是傷害，因此適用於對收穫品質要求嚴格的場合，或是高價值的魚類。

### (四) 離心式收穫機

離心式收穫機外觀很像是一般離心泵浦（圖四），其不同點是葉片僅兩片而且厚實，需用油壓馬達帶動。其重量介於前述收穫機之間，體積小，可置於水中作業，吸魚口可達十二吋，每小時可輸送兩百噸以上的水量，但因用葉片推動，較容易使魚受傷。

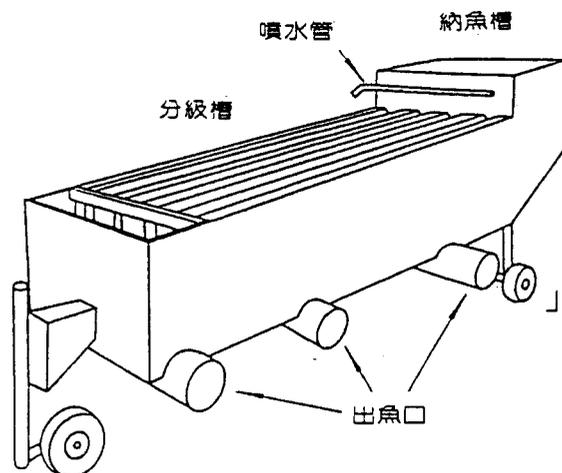


圖四 離心式收穫機

### 三、分級機的種類

#### (一)滾筒式分級機

滾筒式分級機（如圖五），是由納魚槽和分級槽所組成。鰻魚倒入納魚槽後，可經由其前方的小孔溜出，逐隻滑入分級槽。分級槽中通常有四組傾斜的分級滾筒，各含兩支並列而逆向旋轉的滾筒，且間隙在納魚槽這一端小，另一端大。魚由間隙小的一端開始滑下，便會依其體寬在適當的間隙處落下，達到分級的目的。滾筒式分級機通常有四組滾筒，使用於鰻魚者分級速度每小時二至四噸，可分級數是三級，魚的大小由二〇至六〇〇克重或至40mm寬。

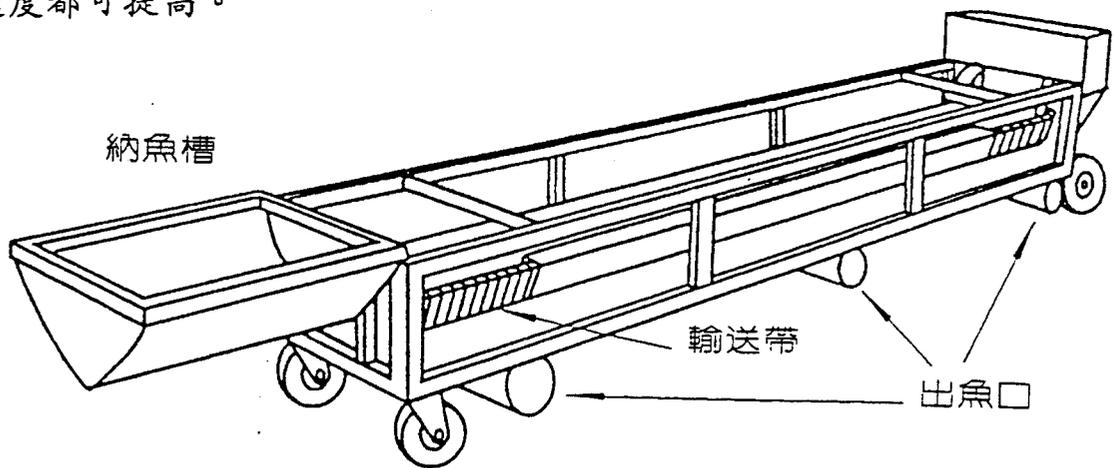


圖五 滾筒式分級機

由於鰻魚在滑下分級滾筒時會鑽動，滾筒旋轉的目的就是為了避免魚夾住，然而魚的蠕動以及胖瘦不一的情形仍會影響分級的精確度，因此各級間一定會有重疊情形。

#### (二) 輸送帶式分級機

輸送帶式分級機（如圖六），同樣是以間隙漸增的方式來分級，不同點則是以兩條傾斜成V型的輸送帶取代滾筒，由於魚是夾在輸送帶之間，跳動的情形可以減少，而且輸送帶的速度可以調整，故分級正確性和速度都可提高。



圖六 輸送帶式分級機

以單一輸送帶而言，其分級速度遠較滾筒式為高，但是因為輸送帶機構較大，一台分級機通常僅一組輸送帶。其可分級數通常是三級，分級速度為每小時一至二噸。

輸送帶式分級機又分為硬帶和軟帶兩種，硬帶以條狀塑膠板連接而成，分級精確度較高。

因為滾筒式分級機有四條分級道，故納魚槽亦有四個出口，魚流出比較順暢。而輸送帶式分級機的納魚槽僅有一個出口，在高速分級時易有兩三條魚重疊流出而影響分級正確性。

### 四、機械的選擇

選擇適合的機械所需要考慮的因素，包括機械的性能、成本、維護，以及使用的條件和限制等。就機械的性能來說，收穫機最主要的考量因素

是收穫速度，適用的魚的大小，以及損傷率等。前二者的資料通常可向廠商索取，而且依使用者的需求通常有各種規格可資選擇。至於損傷率則很難有客觀的數字，因為損傷率與使用的狀況有密切關係，所以最好的辦法是請廠商實地試驗。不過相對而言，螺旋式收穫機最不易造成損傷，真空式次之。而離心式和三通管式收穫機則較易損傷鰻魚。至於損傷的程度是否可以接受，仍要看使用者自己去衡量。

分級機的性能主要包括分級速度、可分級數和分級正確率。前述的兩種分級機通常均可分三級，且以中間那級比較精確。以一般分養的需求來說，三級大致足夠，其分級的正確率也可接受。但是以包裝場來說，通常需分至五級以上，正確率的要求也高，所以包裝場目前仍只能採用人手分級。至於分級速度當然是愈快愈好，尤其是在與收穫機連線時，分級速度往往形成瓶頸，使收穫機的速度不能發揮，或是需將所收的魚置入暫存池，增加操作負擔。但是分級速度增加時，常會影響分級正確性，因此最好的方法仍是實地測試調整，以求得最佳的結果。

收穫分級的效果往往受到使用狀況的影響，請參考下一節有關使用方法的說明。

機械的成本除了主機和附件的價格外，尚須考量付款的方式、貸款的有無，以及操作維修的成本。以收穫分級機械來說，操作上除了動力的費用外，並沒有什麼耗材。至於維修方面，則應考慮產品的保固期，零件取得的難易，維修時程（損壞至修復所需時間），廠商的信譽，產品損壞的頻率等。國產品的維修通常比較容易。

以上的因素之外，選擇機器時必須考慮其使用的條件和限制，包括人力的需求、動力的來源、操作的便利性、和操作場地與機械的配合等。收穫機械通常均方便移動，一二人就可以搬動安裝。在操作方面，螺旋式和真空式收穫機的吸魚動作緩和，較不需人照顧，而三通管式則最好有人在吸魚口處，隨時調整吸魚的位置和速度。離心式則是沈水作業，並不方便調整。分級機則在操作時易出狀況，必需有人照顧。動力源方面，通常是用電力，大馬力的機械如三通管式收穫機通常用三相220V電源，有些機械則可用汽油或柴油引擎動力。操作的便利性牽涉到機械的尺寸、重量、以及可調整的功能的多寡。由於三通管式和真空式

收穫機均可銜接軟管，較能適應操作環境調整，螺旋式便需要事先規劃妥當。收穫速度上除了三通管式不易調整外，另二者通常皆可配合魚池狀況調速，以場地與機械的配合來說，三通管式收穫機可以用於池邊，也可以遠距離輸送，國內使用經驗到一五〇公尺都沒有問題。真空式收穫機多用於池邊作業，並可揚升幾米高，若需長距離輸送則以雙筒式較理想。螺旋式收穫機僅能用於池邊，其揚升高度決定於機體長度。另外由於螺旋式收穫機的吸魚口較寬，且吸力不強，故較不適合直接在淺池底吸魚，必需用魚網聚魚。至於分級機通常需與收穫機頭共同使用，故對場地的配合來說問題相似。輸送帶式分級機通常比滾筒式更長，場地狹窄時不好移動，因此應考慮其出魚口是否能順利接管，使魚自然流入池中，否則便需以人力搬運。同時需考慮分級機入口與收穫機出魚口的高度配合，及分級機出口與魚池的高度和距離的配合。由於分級機需人照顧，其本身高度愈低愈好。

## 五、機械的使用

機械使用方法的優劣，直接牽涉到使用的效果。切勿以為機械只要插上電源就不必再管。養殖過程中魚逐漸長大，環境也不斷變動，對機械的使用又何嘗不然。機械上可調整的地方愈多，愈能針對使用的狀況調整成最佳的結果，然而也需要更多的經驗和注意。以下就使用的要領和需注意之處加以說明。

### (一) 使用型態

收穫分級機械可以連線使用，也可以個別使用。連線使用的時候，收穫機自池中將魚和水吸取上岸，除去部份水量後，直接送入分級機的魚槽。分級後的魚由不同的出魚口流出，可經由水管直接流回池中，或用容器暫存，再送至不同池中。連線使用是一貫化作業，省時省力之外，因為即收即分，一次完成，所以對魚的干擾也最小。但是連線使用必須隨時注意二者的速度一致，以免產生銜接不上或分級機來不及消化的問題。其他如取樣、計量、藥浴等處理工作也必須配合。

鱖魚池若混養其他魚類，收穫時可能會一併吸入，此時不可直接進

分級機以防堵塞。目前市售機械並無除去雜魚的設備，因此只能先將魚放入暫存池，用人力篩檢雜魚後方可繼續分級。

收穫機亦可單獨使用。所收穫的魚可輸入斗池或暫存槽後再處理。由於傳統的分級作業耗時耗力，因此單獨使用收穫機即可發揮很大的效益。由於收穫時間減短，分級作業的時間調度比較容易，魚也較不會過勞。

分級機單獨使用的情形通常是在室內養殖池或較高密度的養殖槽。魚可直接用人力提網倒入納魚槽中，分好的魚則用容器盛裝，再倒回池中。分級機的高度足夠時亦可使分好的魚由出魚口直接經水管流回水池，但此時納魚槽的高度也相對提高，人力倒魚比較吃力。使分級後的魚直接流回水池時不方便計算重量或作藥浴，但國外亦有一種能在管路上直接監測記錄魚的隻數和重量的設備。

## (二) 安 裝

收穫分級機械的安裝，有機動式和固定式兩種。機動式是將機械於使用前拖至池邊安裝，用畢撤回。固定式則預布管路，機械置於處理場或室內，使用時僅需局部接通管路即可。

機動式的好處是可機動至各池作業，且管路短而單純，作業完可直接讓魚流回養殖池。缺點是機械需要移動，各種附屬設備如容器、秤等需要攜要，且管路、電源等皆需現場安裝，管路愈粗就愈笨重，通常八吋以上的管便很不方便搬運或彎曲。另外機械不宜長置於露天，現場空間也可能不足。固定式的優點是一勞永逸，但是必須投下較多的成本，且管路固定後使用上可能較乏彈性。

室內集約化的養殖系統多是高投資的設施，因操作人力少，以使用固定式安裝較理想。若是水泥設施，可預設較低的收穫池，預埋管路與養殖池連接，收穫分級作業可固定在此實行。

管路的連接方式很單純，收穫機除了三通管式需由吸水口連管路吸水，螺旋式收穫機由吸魚口直接吸魚外均是由吸魚口連管下池吸魚，由出魚口連管送出或接至分級機。分級機則由出魚口連管出魚。

管路的連接必須注意使水流順暢。輸送魚的管路愈圓滑愈好，避免直角的轉向。兩根管的連接處應順水流的方向，管口必須修整使無銳

角，尤其吸魚口應作喇叭型，使魚能平滑自然地流入。若以魚網集魚，則喇叭口前應有擋條，以免吸住魚網。

三通管式收穫機的吸力強，水流大，應避免抽魚管路短於十公尺。管路較長時魚在管內較有時間散開，而且水流比較平滑，於經過三通管時魚比較不會互相擠壓受傷。

三通管式收穫機的吸水口必須用網過濾，以免雜物吸入，堵塞三通管內部通道。網目以小於2mm為宜。

安裝時應注意吸魚管路不會吸入池底泥砂或沈積物，以避免濁水混入可能造成魚的死亡。

收穫機出口處可視情況增加除水台，以去除一部份水。部份收穫機廠商會提供此項附件。但是若與分級機連線，而後者有除水治時，則應使用後者的除水台。

### (三) 調 整

收穫機械的調整除了獲得最好的收穫速度外，更重要的是避免魚的損傷。基本上減緩收穫速度就可以降低損傷率。不同的機械可調整的功能不同，三通管式收穫機通常無法調整，真空式收穫機可調整吸魚和出魚速度，出魚的間隔時間，以及魚筒內的水位高度。螺旋式和離心式收穫機則可調整轉速。

分級機在正式操作前必須用所欲分級的魚來試驗並調整間隙，每一批魚的胖瘦情形不同，若為分養的目的，應調整分級機使三級的魚量相似。若為售出前的分級，則依每級所需的重量來調整。

輸送帶式分級機可調整輸送帶速度，即改變分級速度。滾筒式分級機則可調整機體的傾斜度和滾筒轉速來代替。傾斜度或滾筒轉速愈大，魚愈快流下。但是傾斜度愈大，分級正確性也可能愈差。另外納魚槽的傾斜度通常亦可調整。納魚槽出口通常有彈性擋片，防止魚重疊流出，擋片高度也應視魚的大小調整。

### (四) 操 作

收穫機操作時通常需先用魚網集魚，再將吸魚管置入吸魚。亦有將魚導入收穫池，再直接以預布之管路吸魚者。螺旋式和真空式收穫機調妥當後，於收穫中較不需人照顧，但三通管式最好有人隨時控制調整。

魚的速度。分級機在操作中亦需注意魚是否跳出或堵塞。

避免收穫時魚受傷的重要方法就是減緩抽魚的速度。切勿求快而將魚整堆一次抽入，抽取時多帶水，自然可減低魚在管內運輸時的密度，避免溶氧消耗過快。管路愈長，愈應避免缺氧。

抽魚口附近可加入一段透明管，以便隨時監視管內魚的密度和活動狀態，並可因應調整抽魚的速度。有些軟管本身可透光，亦可達到類似的效果。

抽魚時應盡量避免抽入泥砂，若因泥砂導致水質混濁，魚可能會死亡。

螺旋式收穫機的入口不會產生很大的吸力，收穫時需注意入口附近魚的密度，以保持適當的收穫速度。

收穫機與分級機配合使用時需注意控制收穫機出魚的速度，以免過多魚擠入納魚槽影響分級效果。

滾筒式分級機應保持噴水，以使分級道潤滑。噴水水源以用自來水，或經過濾的水為宜，以避免阻塞噴頭。

以分養為目的之處理，在分級之後，可視需要對魚加藥，以避免受傷致病。

#### (五) 維護

機械使用前後均應清洗。軟管應避免長期曝曬於陽光下以致脆化破裂。

三通管式收穫機的抽水泵浦應避免空轉，真空式收穫機應定期加油及更換空氣濾清器。真空式收穫機若使用水封泵浦，不用時應放水以免內部生銹。

## 六、結 語

收穫分級機械的種類甚多，各有其優缺點，選擇時應考量機械的特性和自我的需求及條件，使用時更需注意到各項細節及調整維護，以發揮機械的效能。機械的選擇和使用得當，便可以節省成本，提高生產效率和品質。希望本文的說明能對業者在選擇及使用上有所助益。內容若有疏誤之處，尚祈不吝指教。